

**Optical triangulation grating sensor for checking safety areas, e.g. under or on the edges of revolving doors, where light emitting arrays are used with matching linear light detectors, to provide reliable object detection**

**Patent number:** DE10055689  
**Publication date:** 2002-05-16  
**Inventor:** NUTZ KARL (DE); KRUEGER UWE (DE)  
**Applicant:** PEPPERL & FUCHS VISOLUX GMBH (DE)  
**Classification:**  
**- international:** **G01P13/00; G01S7/481; G01S17/50; G01V8/22; G01P13/00; G01S7/481; G01S17/00; G01V8/10; (IPC1-7): G01V8/20; F16P3/08; G01P3/36; G01P13/00; G07C9/00**  
**- european:** G01P13/00; G01S7/481; G01S17/50; G01V8/22  
**Application number:** DE20001055689 20001106  
**Priority number(s):** DE20001055689 20001106

**Report a data error here**

**Abstract of DE10055689**

Optical active triangulation light grating has one or more safety surfaces with one or more light gratings attached to them. Light emitters transmit light that is detected at a linear image sensor mounted on the detection surface. The position of the emitter images on the linear detector is determined by a differential image method and the emitter position data stored as reference points and used to determine the position of any objects in the safety zone. Detection of an object free detection field is also a method for continuous testing of sensor operation. If the sensor is detected as faulty the device for which the sensor is monitoring an area is placed in a safe condition.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑩ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 55 689 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 55 689.2  
㉑ Anmeldetag: 6. 11. 2000  
㉒ Offenlegungstag: 16. 5. 2002

㉓ Int. Cl. 7:  
**G 01 V 8/20**  
G 01 P 3/36  
G 01 P 13/00  
G 07 C 9/00  
F 16 P 3/08

**DE 100 55 689 A 1**

㉔ Anmelder:  
Pepperl & Fuchs-Visolux GmbH, 10969 Berlin, DE  
  
㉕ Vertreter:  
Reimann, W., Dipl.-Jur. Ing., Pat.-Ass., 12685 Berlin

㉖ Erfinder:  
Nutz, Karl, 15370 Petershagen, DE; Krüger, Uwe,  
12053 Berlin, DE  
  
㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 43 12 186 C2  
DE 41 19 797 C2  
DE 37 29 334 C2  
DE 198 50 270 A1  
DE 197 30 341 A1  
DE 195 44 632 A1  
DE 100 01 017 A1  
DE 44 31 922 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ㉘ Testbares Triangulationslichtgitter  
㉙ Optisches Lichtgitter für Sicherheitsanwendungen, das  
im Gegensatz zu Einweg-Lichtgittern auf eine diffus re-  
flektierende Detektionsfläche arbeitet.

**DE 100 55 689 A 1**

**BEST AVAILABLE COPY**

[0001] Die Erfindung beschreibt einen statisch arbeitenden, aktiven, optischen Sensor, der eine oder mehrere Sicherheitsflächen in Form eines oder mehrerer Lichtgitter aufspannt und eindringende Objekte erkennt. Dieser Sensor kann feststehend oder mitfahrend montiert und eingesetzt werden und benötigt gegenüber dem Sensor eine Fläche (z. B. Wand oder Boden) in gleichbleibender Entfernung, wobei diese Fläche einen diffusen Reflexionsanteil haben sollte. Damit dieser Sensor in Sicherheitsbereichen eingesetzt werden kann, ist er in seiner Struktur so aufgebaut, daß er selbst überwachend und testbar betrieben werden kann. Einige typische Einsatzbereiche sind:

- Auffahr- und Kollisionsschutz bei automatischen Transportsystemen.
- Absicherung von automatischen Schiebetüren.
- Absicherung von Drehtüren und Karusselltüren.
- Detektion von Objekten oder Personen ab einer vorgegebenen Höhe.
- Als Nebenprodukt sind Objekt- und Personenzählungen möglich.
- Als Nebenprodukt kann bei detektierten Objekten oder Personen die Bewegungsrichtung und die Bewegungsgeschwindigkeit ermittelt werden.

[0002] Am Beispiel einer Karusselltür sollen die Vorzüge der vorgeschlagenen Lösungsvariante gegenüber anderen Verfahren dargestellt werden.

[0003] Bei einer Karusselltür sind die gefährlichen Bereiche der Spalt zwischen Boden und Drehflügel sowie der Spalt zwischen Drehflügel und seitlichen Wandbegrenzungen. Der Motor wird fast immer mit einer Kraftbegrenzung versehen; diese Maßnahme schützt aber nicht sicher vor Unfällen, da der mechanische Impuls der bewegten Tür groß genug ist, dass beispielsweise ein eingeklemmter Finger verletzt werden kann. Aus diesen Gründen sind zur Zeit Normen in Vorbereitung, die eine zusätzliche Schutzmaßnahme mit berührungslosen Sensoren vorsehen. Ein idealer Sensor sollte folgende Eigenschaften haben:

- Alle Anforderungen sollten möglichst von einem Sensor erfüllt werden.
- Der Sensor sollte in Bereichen montierbar sein, die nicht verschmutzen.
- Der Sensor sollte vandalismussicher sein (Überkopfmontage).
- Von externen Beleuchtungsquellen sollte man unabhängig sein.
- Bei der Anwendung "Kollisionsschutz" dürfen sich baugleiche Geräte nicht stören.
- Der Sensor sollte sich selbst überwachen bzw. testbar sein.
- Bodenverschmutzungen dürfen die Funktion nicht beeinflussen.
- Der Sensor sollte statisch arbeiten.
- Es müssen stehende und bewegte Objekte und Personen erfasst werden.
- Der Sensor sollte berührungslos arbeiten.
- Das Überwachungsfeld muß exakt definiert werden können.
- Objekte müssen unabhängig von ihren Oberflächeneigenschaften immer erkannt werden.
- Der Sensor sollte zwei Sicherheitsfelder aufspannen, um die neuen Normvorschläge für Dreh- und Karusselltüren zu erfüllen.

- Mechanische Kraftbegrenzungen verhindern schwere Unfälle, der Impuls der bewegten Tür kann weiterhin zu leichten Verletzungen (Quetschungen) führen.

- Mechanische Berührungssensoren wie z. B. Gummipuffer müßten sehr dick sein, um den Bremsweg der Tür abzufangen. Es gibt Nachteile in den Bereichen Vandalismusschutz und Design. Diese Lösung ist auch nicht besonders preiswert. Zusätzliche Schutzfelder, die etwas weiter von der Tür entfernt sind, können nicht realisiert werden. Solche Schutzfelder benötigt man zur frühzeitigen Reduzierung der Umdrehungsgeschwindigkeit, d. h. ein Notstop sollte der Ausnahmefall bleiben.

- Passive Kamerasysteme (Stereo-Aufnahmeverfahren) benötigen auf alle Fälle eine ausreichende Beleuchtung. Diese Systeme kommen der idealen Lösung recht nahe; sie sind aber relativ empfindlich gegenüber Einspiegelungen externer Lichtquellen, was vor allem bei der bewegten Montage kritisch ist. Ein zusätzlicher Nachteil ist die Form des Schutzfeldes; das Schutzfeld hat systembedingt eine dreieckige Form. Für die oben genannte Anwendung ist aber ein rechteckiges Schutzfeld notwendig.

- Radargeräte (Dopplerprinzip) sind für bewegte Montagen nicht geeignet, die Detektionsfläche läßt sich nicht exakt einstellen; baugleiche Geräte stören sich gegenseitig.

- Passiv Infrarot-Sensoren sind für mitfahrende Montage nicht geeignet; schnelle Temperaturwechsel bei Karusselltüren (Innentemperatur, Außentemperatur) führen auch zu Fehlschaltungen. Objekte, die sich der Umgebungstemperatur angepaßt haben, werden nicht erkannt. Das Tastfeld läßt sich nicht exakt einstellen. Die Schaltgeschwindigkeit ist zu gering.

- Mechanisch einstellbare Triangulationstaster, die nebeneinander in einem Profilgehäuse angeordnet sind und gleichzeitig als "Überkopfsensor" in der Betriebsart "Hintergrundauswertung" arbeiten, wären aus technischer Sicht als Lösung prinzipiell geeignet. Taster in dieser Betriebsart, die bewegt betrieben werden, reagieren manchmal mit Fehlsignalen, wenn der Boden gemustert ist und gleichzeitig starke Kontrastsprünge aufweist. Dieses Fehlverhalten kann nicht so einfach herausgerechnet werden, da die notwendigen Daten von diesem Sensortyp nicht geliefert werden. Diese Lösung ist teuer und die Montage ist sehr umständlich, da jeder Taster nach der Montage individuell auf die entsprechende Höhe abgeglichen werden muß.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es eine Lösung zu erarbeiten, die Nachteile der gegenwärtig standardmäßig im Einsatz befindlichen Schutz- und Detektionseinrichtungen überwindet, d. h. es soll ein neuer Sicherheitssensor vorgestellt werden, der möglichst alle Eigenschaften des vorher beschriebenen "idealen Sensors" in sich vereinigt.

[0005] Nachfolgend soll die erfindungsgemäße Lösung beschrieben werden. In der Abb. 1 ist die typische Komponentenanzordnung für zwei Lichtfelder dargestellt; für die Minimalanordnung reicht ein Lichtfeld aus. Die beiden Zeilenbildsensoren (4) betrachten jeweils über das/die optischen Systeme (2) einen linienförmigen Bereich z. B. auf dem Boden; diese beiden Bereiche sind (wie in Abb. 2 Detail 4A, 4B dargestellt) nebeneinander angeordnet, um eine Fläche zu überwachen. Der Rechner (6) steuert über Treiber (7) die Lichtsender (3) an, welche ihre Leuchtfäche über

optische Systeme (1) auf den Boden abbilden. Für ein Minimalsystem werden mindestens zwei dieser Senderbaugruppen (1, 3) benötigt. Das vom Boden reflektierte Licht wird über die optischen Weitwinkelsysteme (2) auf den beiden Zeilenbildsensoren (4) abgebildet. Diese beiden Zeilenbildsensoren (4) können sich auch in einem Gehäuse (z. B. Flächen-Bildsensoren) befinden; es wäre dann nur ein Weitwinkelsystem (2) notwendig. Da aber eine hohe Auflösung benötigt wird, ist es häufig aus rein wirtschaftlichen Gründen sinnvoll zwei oder mehrere hochauflösende Zeilenbildsensoren zu verwenden. Diese Zeilenbildsensoren (4) werden von der CPU (6) angesteuert. Die Bilddaten werden aus den Zeilenbildsensoren (4) in einen Analog/Digitalwandler (5) übertragen, der die digitalen Daten zur weiteren Speicherung und Verarbeitung an die CPU (6) übergibt. Über den Testeingang (8) kann als Option ein gezielter Geräte Selbsttest ausgelöst werden. Der Ausgang (9) meldet ein detektiertes Objekt, er muß für Sicherheitsanwendungen geeignet sein. Über die Kommunikationseinheit (10) können verschiedene Sensorparameter eingestellt werden.

[0006] In der Abb. 2 werden zum besseren Verständnis für zwei Sicherheitsfächer die Empfindlichkeits- und Abbildungsbereiche auf dem Boden (11) beispielhaft dargestellt. Die beiden Zeilenbildsensoren (4A, 4B) sind nebeneinander angeordnet; symbolisch sind hier auch die einzelnen Bildpixel der Zeilenbildsensoren dargestellt. Eine hohe Bildauflösung ist erforderlich, da im weiteren Verfahren die örtlichen Positionen der Senderabbildungen (1) möglichst genau ermittelt werden müssen. Die Senderabbildungen können für jeden Fächer getrennt erzeugt werden; wenn die Lichtfächer nahe beieinander liegen, können über spezielle Sender-Abbildungsoptiken einzelne Senderbaugruppen für zwei oder mehrere Lichtfächer gemeinsam verwendet werden.

[0007] Mit Hilfe der Abb. 3 soll das Auswerteverfahren erklärt werden. Die Lichtsender (3) bilden mit den optischen Abbildungssystemen (1) eine Einheit - die Senderbaugruppe (1, 3). Diese Senderbaugruppen sind in einem länglichen Gehäuse untergebracht, welches an die Detektionsfeldbreite angepasst ist. Die optischen Systeme der Senderbaugruppen sind so justiert, dass die Senderabbildungen auf dem Boden (11) möglichst scharf sind. Anhand der eingezeichneten Strahlengänge in Abb. 3 kann man erkennen, dass jede Senderabbildung auf dem Boden eine andere Abbildungsposition auf den Zeilenbildsensoren (4) hat. Diese Abbildungspositionen auf den Zeilenbildsensoren bleiben auch bei bewegtem Gesamtsensor unverändert, wenn sich am Abstand Gesamtsensor 1 Boden nichts verändert. Nach der Montage des Gesamtsensors werden diese Abbildungspositionen auf den beiden Zeilenbildsensoren (4) genau ermittelt und im Sensor dauerhaft abgespeichert (Referenz-Positionsdaten).

[0008] Eine rein farbliche Veränderung des Bodens ändert an den Sender-Abbildungspositionen auf den beiden Zeilenbildsensoren nichts.

[0009] Ein in das Lichtgitter eintauchendes Objekt kann zu drei grundsätzlich verschiedenen Detektionsfällen führen:

1. Das Objekt absorbiert die Senderstrahlung so stark, dass auf dem Zeilenbildsensor diese Senderabbildung nicht mehr erkannt werden kann.
2. Das Objekt reflektiert die Senderstrahlung von der Weitwinkeloptik (2) weg, so daß auch jetzt auf dem Zeilenbildsensor diese Senderabbildung nicht mehr erkannt werden kann.
3. Das Objekt reflektiert die Senderstrahlung ganz oder teilweise diffus, jetzt kann der Zeilenbildsensor im Regelfall diese Senderabbildung auf dem Objekt er-

kennen; auf alle Fälle befindet sich diese neue Senderabbildung an einer anderen Position auf dem Zeilenbildsensor.

[0010] Alle diese drei Fälle kann man sicher detektieren, wenn der Gesamtsensor als Schaltkriterium den Zustand zugrundelegt, in dem die Positionen der vorher dauerhaft abgespeicherten Senderabbildungen auf dem oder den Zeilenbildsensoren (nach der Montage bei freiem Überwachungsfeld) nicht mehr alle wiedergefunden werden. Für dieses Verfahren wird häufig die Bezeichnung "Triangulations-Verfahren" kombiniert mit Hintergrundauswertung verwendet.

[0011] An der Beschreibung des Auswerteverfahrens erkennt man, dass eigentlich ein Zeilenbildsensor zur Detektion eines eintauchenden Objektes ausreichen würde. Der zweite Zeilenbildsensor ermöglicht die Überwachung eines Feldes; diese schmalen Überwachungsfelder werden in den neuen Sicherheitsnormen für Dreh- und Karusselltüren vorgeschrieben, deshalb erfolgt die Beschreibung des Auswerteverfahrens am Beispiel von zwei Sicherheitsfächern. Im Testfall wird kurz hintereinander ein Doppelbild (zwei Zeilenbildsensoren) mit Senderbeleuchtung und dann gleich ein Doppelbild ohne Senderbeleuchtung aufgenommen und abgespeichert. Nach der Differenzbildung beider Doppelbilder bleibt als Ergebnis ein neues Doppelbild übrig, auf dem nur noch die Positionen der Senderabbildungen sichtbar sind. Wenn bei diesem letzten Doppelbild alle Senderabbildungen auf den Zeilenbildsensoren wiedergefunden werden und die Positionen dieser Senderabbildungen mit den nach der Sensormontage dauerhaft abgespeicherten Referenz-Positionsdaten übereinstimmen, dann kann man sicher sein, dass beide Zeilenbildsensoren und alle Sender funktionieren.

#### Bezugszeichen zu Abb. 1

- 1 Optisches System, welches den Sender (3) auf der Reflexionsfläche (z. B. Boden) so abbildet, dass diese Abbildung von beiden Zeilenbildsensoren (4) gesehen wird.
- 2 Optisches Weitwinkelsystem
- 3 Optischer Sender, der im Impulsbetrieb eingesetzt werden kann.
- 4 Zeilenbildsensoren
- 5 Analog/Digital Wandler
- 6 CPU mit einem im Betrieb veränderbaren Speicherbereich, der auch bei Spannungsabschaltung seine Daten behält.
- 7 Senderansteuerung (Treiber)
- 8 Testeingang (Option)
- 9 Ausgang, der für die jeweils vorgeschriebene Sicherheitsklasse zugelassen ist.
- 10 Kommunikationseinheit, über die Sensorparameter verändert bzw. angezeigt werden können.

#### Bezugszeichen zu Abb. 2

- 1 Senderabbildungen auf dem Boden
- 4 Projektion der Zeilenbild-Sensoren auf den Boden

#### Bezugszeichen zu Abb. 3

- 1 Optisches System zur Sender-Abbildung
- 2 Optisches Weitwinkelsystem für ein oder mehrere Zeilenbild-Sensoren
- 3 Lichtsender
- 4 Ein oder mehrere Zeilenbild-Sensoren

1. Ein optisches, aktives Triangulationslichtgitter, das eine oder mehrere Sicherheitsflächen in Form eines oder mehrerer Lichtgitter aufspannt und eindringende Objekte ab einer bestimmbaren Höhe erkennt, in der Minimalausführung ist die Komponentenanordnung dieses Sensors **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Senderabbildung (mindestens zwei) auf der Detektionsfläche von einem Zeilenbildsensor empfangen wird, wobei die Positionen dieser Senderabbildungen auf dem Zeilenbildsensor durch ein Differenzbildverfahren (mit und ohne gepulste Senderbeleuchtung) gewonnen wird und diese hierbei gewonnenen Positionsdaten zur Objekt-Detektion mit den bei der Montage dauerhaft abgespeicherten Referenz-Positionsdaten verglichen werden, wobei ein erkanntes "freies Detektionsfeld" gleichzeitig eine Überprüfung der Sensorfunktion im laufenden Betrieb (oder auf Anforderung) beinhaltet, im erkannten Fehlerfall wird dies über einen fehlersicheren Ausgang gemeldet oder der reguläre Sicherheits-Schaltausgang wird in einen sicheren Schafzustand gebracht.
2. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die vielen Senderabbildungen aus wenigen Strahlungsquellen durch optische Strahlaufteilung erzeugt werden.
3. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor über eine drahtlose oder eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle zur Parametereinstellung verfügt.
4. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass zur Überwachung von Flächen zwei oder mehrere Sicherheitsflächen (Überwachungsflächen) aufgespannt werden.
5. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die im Auswerteverfahren anfallenden Daten gleichzeitig auch zur Objektzählung, Geschwindigkeitsmessung und zur Erkennung von Bewegungsrichtungen verarbeitet werden.
6. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass über einen Testeingang ein extern angeforderter Prüfvorgang eingeleitet wird.
7. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass zur Empfindlichkeitssteigerung vor den Weitwinkelobjektiven oder vor den Zeilenbildsensoren ein optisches Filter angebracht ist, dessen Durchlaßcharakteristik an die Abstrahlcharakteristik der Sender angepaßt ist.
8. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Abstände zwischen den gepulsten Senderbetätigungen mit einer Rauschfunktion variiert werden und eine Objektdetektion erst nach mehreren ununterbrochenen Objektdetektionen gemeldet wird, damit sich baugleiche Geräte gegenseitig nicht stören können.
9. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass einzelne oder mehrere Senderbaugruppen auch schräg und nicht nur rechtwinklig aus dem Sensorgehäuse herausstrahlen.
10. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionsfläche in mehrere Teilflächen aufgeteilt wird, wobei ein eindringendes Objekt über verschiedene, den Teilflächen zugeordnete, Ausgänge gemeldet werden kann.

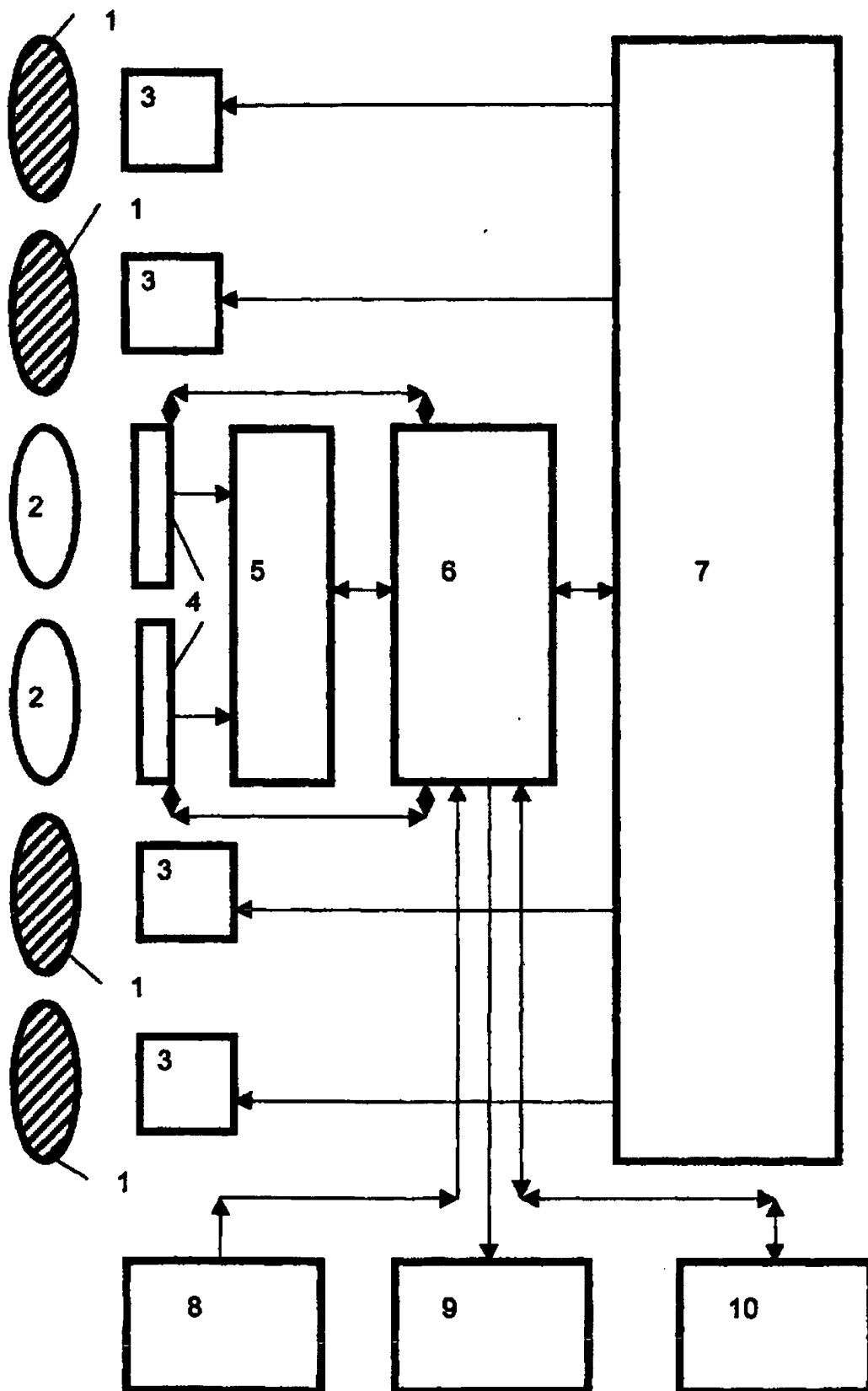
11. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass jeder Detektionsfläche ein entsprechender Schaltausgang zugeordnet ist.
12. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, daß es Detektionsdaten über genormte Bussysteme ausgibt.
13. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch (1, 2, 4, 9, 10, 11, 12, 14) dadurch gekennzeichnet, dass es die Bilddaten der Zeilenbildsensoren über drahtgebundene oder drahtlose Schnittstellen an ein bilderzeugendes Gerät ausgibt, damit die Geräteeinstellung vor Ort vereinfacht werden kann.
14. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass es in seinem Programmspeicher mehrere optimierte Kunden-Geräteeinstellungen bereitstellt, die dann durch einfache Auswahl aktiviert werden.
15. Ein Triangulationslichtgitter gemäß Anspruch 1 und Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Senderbaugruppen im Gehäuse des Gesamtsensors verschoben werden können, um kritische Kanten oder andere Bereiche im Bereich oder am Rand der Sicherheitsfläche(n) gezielt überwachen zu können.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Abb.1: Blockschaftbild eines Sicherheits-Triangulationslichtgitters



BEST AVAILABLE COPY

Abb.2: Darstellung der optischen Justage am Beispiel mit 4 Senderabbildungen.

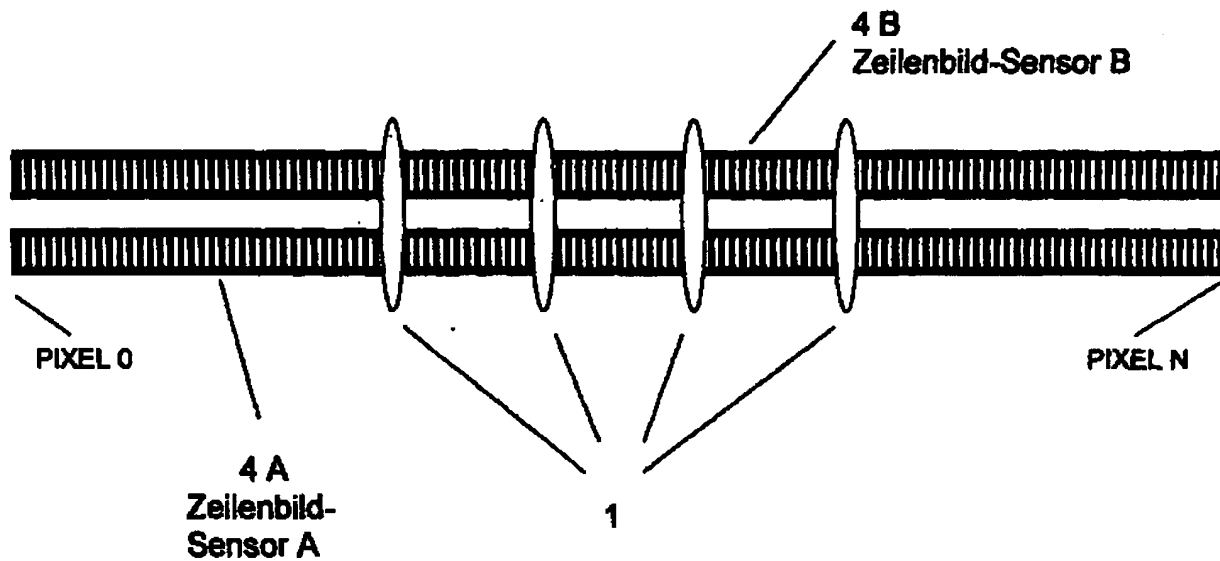


Abb. 3: Beispielhafte Darstellung der optischen Strahlengänge

